

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-260492

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

G01C 19/56
G01P 9/04

(21)Application number : 06-049562

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 18.03.1994

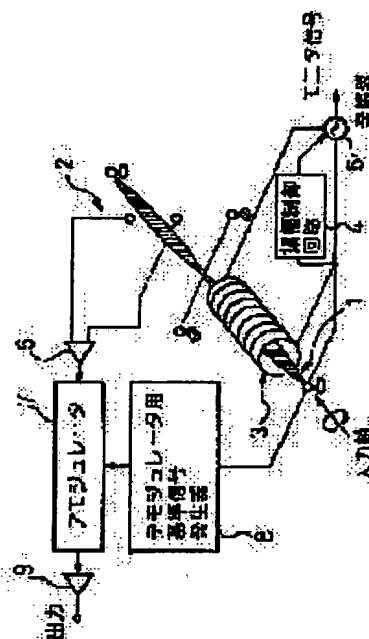
(72)Inventor : SHIMIZU SHINKICHI
KURASHIMA SHIGEMI
ENDO MICHIKO

(54) ANGULAR VELOCITY DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the amplitude of vibration of a wire for enhancing the sensitivity of a detector detecting Coriolis force, and separate the drive signal of the wire and an angular velocity detection signal in a simple configuration.

CONSTITUTION: An angular velocity detector is provided with a pick-up part 2 for detecting Coriolis force generated in a direction at right angle to the vibration of a wire 1 according to the level of angular velocity when the angular velocity is applied around the input shaft of the wire 1 while the wire 1 where a tension is applied is vibrating in a secondary resonance frequency. Then, the wire 1 consisting of a magnetostriction material whose length changes according to magnetic field is used, a coil 3 for drive for generating magnetic field is installed around the wire 1, and the pickup part 2 detects, without any contact, the vibration displacement generated due to Coriolis force which is generated when the wire 1 is vibrated by the passage of a current of the secondary resonance frequency of the wire 1 for the coil 3 for drive.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開平7-260492

(43)公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G O I C 19/56

9402-2 F

G O I P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-49562

(22)出願日 平成6年(1994)3月18日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 清水 信吉

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 倉島 茂美

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 遠藤 みち子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

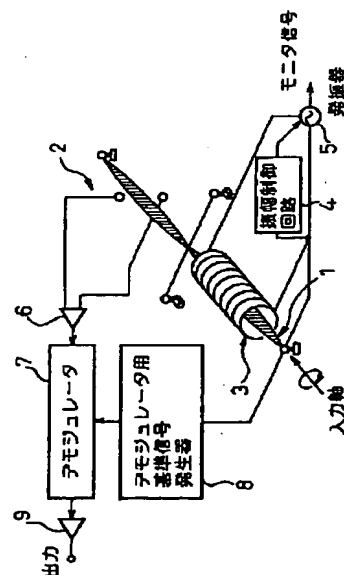
(54) 【発明の名称】 角速度検出装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、振動体のワイヤに加わる角速度の大きさに応じて発生するコリオリの力を検知することにより角速度を検出する角速度検出装置に関し、ワイヤの振動の振幅を大きくして検出装置の感度を高くし、かつ、簡単な構成でワイヤの駆動信号と角速度検出信号とを分離することを目的とする。

【構成】 張力をかけて張られたワイヤ1が2次共振周波数で振動している状態で、ワイヤ1の入力軸の回りに角速度が加わったときに、角速度の大きさに応じてワイヤ1の振動と直角方向に発生するコリオリの力を検知するピックアップ部2を備え、磁界によりその長さが変化する磁歪材料からなるワイヤ1を用い、ワイヤ1の周囲に磁界発生用の駆動用コイル3を設置し、ピックアップ部2は、駆動用コイル3に対しワイヤ1の2次共振周波数の電流を流してワイヤ1を振動させたときに発生するコリオリの力により生じる振動変位を非接触で検出する。

本発明の一実施例による
角速度検出装置の構成を
示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の張力をかけて張られた振動体としてのワイヤ (1) を有し、該ワイヤ (1) が 2 次共振周波数のモードで振動している状態で、該ワイヤ (1) の長さ方向の軸の回りに角速度が加わったときに、該角速度の大きさに応じて該ワイヤの振動方向と直交する方向に発生するコリオリの力を検知することにより、該角速度を検出するための角速度検出装置において、前記ワイヤ (1) が、磁界によりその長さが変化する磁歪材料からなり、

該ワイヤ (1) の周囲に磁界を発生させる駆動用コイル (3) を設置し、該駆動用コイル (3) に対し該ワイヤ (1) の 2 次共振周波数の電流を流して該ワイヤ (1) を 2 次共振のモードで振動させることにより、前記コリオリの力を検知することの特徴とする角速度検出装置。

【請求項 2】 前記ワイヤ (1) の磁歪材料として、アモルファス金属が用いられる請求項 1 記載の角速度検出装置。

【請求項 3】 前記ワイヤ (1) が、繊維状の構成を有する請求項 1 または 2 記載の角速度検出装置。

【請求項 4】 前記ワイヤ (1) の磁歪材料として、強磁性のパーマロイからなる合金が用いられる請求項 1 記載の角速度検出装置。

【請求項 5】 前記ワイヤ (1) の磁歪材料として、超磁歪材料が用いられる請求項 1 記載の角速度検出装置。

【請求項 6】 前記所定の張力をかけて張られた振動体としてのワイヤ (1) を有し、該ワイヤ (1) が 2 次共振周波数のモードで振動している状態で、該ワイヤ

(1) の長さ方向の軸の回りに角速度が加わったときに、該角速度の大きさに応じて該ワイヤの振動方向と直交する方向に発生するコリオリの力を検知するためのピックアップ部 (2) を備える角速度検出装置において、前記ワイヤ (1) が、磁界によりその長さが変化する磁歪材料からなり、

該ワイヤ (1) の周囲に磁界を発生させる駆動用コイル (3) を設置し、

該駆動用コイル (3) に対し該ワイヤ (1) の 2 次共振周波数の電流を流して該ワイヤ (1) を 2 次共振のモードで振動させたときに発生する前記コリオリの力により生じ、かつ、該ワイヤ (1) の振動方向と直交する方向に生じる振動変位を検出するために、前記ピックアップ部 (2) は、前記ワイヤに対し非接触方式にて検出を行うことを特徴とする角速度検出装置。

【請求項 7】 前記ピックアップ部 (2) が、任意の発光素子と、該発光素子から発光される光を受光するための受光素子とを含み、

前記ワイヤ (1) 中で前記振動変位が生じる部分に対し、該発光素子から発光される光を透過または反射させた後に前記受光素子により検出される光に基づき、該角速度を検出する請求項 6 記載の角速度検出装置。

【請求項 8】 前記ピックアップ部 (2) が、前記ワイヤ (1) に磁石を取り付けた後に着磁を行った部分と、

該ワイヤ (1) の振動方向と直交する方向の振動変位に応じて、前記の着磁された部分に生じる磁界の変化を磁氣的に検出するための磁気検出手段とを含む請求項 6 記載の角速度検出装置。

【請求項 9】 前記ピックアップ部 (2) が、前記ワイヤ (1) に磁石材料を塗布した後に着磁を行った部分と、

該ワイヤ (1) の振動方向と直交する方向の振動変位に応じて、前記の着磁された部分に生じる磁界の変位を磁氣的に検出するための磁気検出手段とを含む請求項 6 記載の角速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、振動体としてワイヤを用いた場合に、このワイヤに加わる角速度の大きさに応じて発生するコリオリの力を検知することにより角速度を検出するための角速度検出装置に関する。さらに詳しくいえば、本発明は、振動している物体、すなわち、振動体の長さ方向の軸の回りに角速度が加わった場合に、この振動体の振動方向と直交する方向にコリオリの力が生ずる力学的現象を利用して、振動体としてのワイヤの 2 次共振を用いることによりコリオリの力を検知する角速度検出装置に関するものである。この種の角速度検出装置の主要部は、回転体をもたない振動ジャイロとよばれる角速度センサにより構成される。

【0002】 このような角速度センサは、近年、例えば、自動車のナビゲーション・システムや、ビデオカメラの手振れ防止装置や、車両の走行状態に合わせて自動車のサスペンションの状態を変えることにより乗り心地および操縦安定性を向上させるための車両用サスペンション制御装置に用いられる。

【0003】

【従来の技術】 ここでいう振動ジャイロとは、「振動している物体に角速度が加わると、振動方向と垂直の方向にコリオリの力が生じる」という力学的現象を利用した回転体をもたないジャイロのことを意味する。この振動ジャイロの研究は、1950 年代に、スベリー社製の「ジャイロトロン」という名称の音叉形振動ジャイロに始まっている。その後、振動体として、ワイヤ、角柱、円柱等と各種の形式のものが研究・開発されてきたが、現在入手可能なジャイロは、東京計器 (株) およびワトソン社製の音叉形ジャイロのみである。なお、このような音叉形ジャイロや、ワイヤの振動方式による振動ジャイロのような振動ジャイロの理論の詳細は、「実施例」の項で述べることとする。

【0004】 図 6 は、従来の振動ジャイロを利用した角速度検出装置の一例を示すブロック図である。ここで

3

は、各種の振動ジャイロの中で、振動体としてワイヤを用いた方式の角速度センサを有する角速度検出装置の構成（例えば、ハニウェル社製の振動ジャイロ）を例示することとする。図6においては、適当な張力をかけて所定の長さ（例えば、2インチ）のペリリウム銅線のワイヤ100を張り、その半分の長さの部分に駆動用磁石110を配置する。さらに、ワイヤ100の残り半分の長さの部分に対し上記の駆動用磁石110と直角に検出用バイアス磁石120を配置する。さらに、振動用のワイヤ100の中心に、このワイヤ100とは直角の方向に

【0005】さらに、このような角速度センサには、ワイヤ100を振動させるための駆動回路と、振動中のワイヤ100に角速度を加えることにより生じるコリオリの力を検知するための検知回路とが設けられる。なお、場合によっては、これらの駆動回路と検知回路も含めて角速度センサとよぶこともある。上記の駆動回路は、ワイヤ100に対し予め定められた周波数の電流を供給する発振器132と、この発振器132からの供給電圧の振幅を調整する振幅制御回路130とを有する。

【0006】また一方で、上記の検知回路は、検出用バイアス磁石120からの検知信号を取り出して増幅する検出信号増幅器134と、この検出信号増幅器134の出力をデモジュレータ（復調器）用基準信号発生器138の出力と比較して適切なレベルの直流電圧を生成するデモジュレータ136と、このデモジュレータ136の出力側に接続されるバッファ140とを有する。

【0007】ここで、上記発振器132により、振動用のワイヤ100に2次共振周波数のモードの電流が供給されると、このワイヤ100は、駆動用磁石110との相互作用により図6に示すようなモードで振動する（図6中にハッチングで示す）。このモードの振動状態で、ワイヤ100の長さ方向の軸（入力軸）の回りに角速度を入力として与えると、ワイヤ100は、発振器132による駆動振動方向と直角の方向にコリオリの力を受け、この駆動振動方向に対し垂直に振動する。検出用バイアス磁石120の磁束の方向は、駆動用磁石110と直角であるから、ワイヤ100は、入力された角速度により、検出用バイアス磁石120の磁束を横切る方向に振動し、この検出用バイアス磁石120の部分を通るワイヤ100内に電磁誘導の原理によって電流が流れる。この電磁誘導の原理により流れた電流の電流値は、発振器132からの駆動周波数により変調されているため、デモジュレータ136により同期整流して直流電圧により復調される。この復調され直流電圧の出力電圧値を評価することにより、入力された角速度が検出される。

【0008】

4

【発明が解決しようとする課題】図6に示した構成の角速度センサにおいては、振動ジャイロの感度を上げるためには、ワイヤ100の振動の振幅を大きくする必要がある。しかしながら、この図6の角速度センサは、ケーブル115そのものに電流を流すような構造になっているため、通常のモータを駆動する場合と同じように、ワイヤ100の振動の振幅が大きくなるにつれてこのワイヤ100の振動を発生させるための駆動が難しくなるとい

10 【0009】さらに、駆動用のケーブル（図6のケーブル115）と角速度検出用のケーブルとが同一になっているため、ワイヤ100の駆動信号と角速度検出信号とが混在するおそれが出てくる。これを回避するために、ワイヤ駆動信号と角速度検出信号とを互いに弁別することが必要になり、このような信号弁別のために角速度検出信号を取り出す回路が複雑になり、回路全体が高価なものになるという問題も生じてくる。

20 【0010】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、振動体としてのワイヤの振動の振幅を大きくして角速度センサの感度を増大させると共に、簡単な構成でワイヤの駆動信号と角速度検出用の検出信号とを容易に分離することが可能な角速度検出装置を提供することを目的とするものである。

【0011】

30 【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明の角速度検出装置では、所定の張力をかけて張られた振動体としてのワイヤが2次共振周波数のモードで振動している状態で、ワイヤの長さ方向の軸の回りに角速度が加わった場合、この角速度の大きさに応じてワイヤの振動方向と直交する方向に発生するコリオリの力を検知するために、磁界によりその長さに変化する磁歪材料を用いてワイヤを作製し、かつ、ワイヤの周囲に磁界を発生させる駆動用コイルを設置する。さらに、本発明の角速度検出装置は、この駆動用コイルに対しワイヤの2次共振周波数の電流を流してこのワイヤを2次共振のモードで振動させることにより、上記コリオリの力を検知するようにしている。

40 【0012】好ましくは、本発明の角速度検出装置は、上記コリオリの力を検知するためのピックアップ部を備えており、このピックアップ部は、ワイヤに対し非接触方式にて検出を行う構成にしている。さらに、好ましくは、上記のピックアップ部は、任意の発光素子と、この発光素子から発光される光を受光するための受光素子とを含み、ワイヤ中でコリオリの力による振動変位が生じる部分に対し、発光素子から発光される光を透過または反射させた後に受光素子により検出される光に基づき、角速度を検出するようになっている。

50 【0013】さらに、好ましくは、上記のピックアップ部は、コリオリの力によるワイヤの振動変位に応じて、ワイヤに磁石を取り付けるかまたは磁石材料を塗布した

後に着磁を行った部分に生じる磁界の変化を磁氣的に検出するようにしている。

【0014】

【作用】本発明の角速度検出装置においては、発振器等からの供給電圧が比較的少ない場合でも、振動体のワイヤの振動の振幅を比較的大きくしてこのワイヤ振動を容易に発生させるために、従来のケーブルに電流を流す駆動回路系の代わりに、磁界を発生させる駆動用コイル（代表的には、空芯コイル）をワイヤの周囲に設置する。さらに、本発明の角速度検出装置では、従来の駆動用ケーブルに相当する振動体のワイヤとして磁歪材料を用い、空芯コイルにケーブルの2次共振周波数の電流を流し、ワイヤを共振させることにより、容易に大きな共振が得られ、振動ジャイロとしたときの感度が増大する。

【0015】さらにまた、上記コリオリの力の検知方法として、ワイヤの変位を非接触で検出することにより、コリオリの成分の信号出力が大きくとれるので、相対的に振動ジャイロの感度を上げることができる。かくして、本発明では、振動体として磁歪材料からなるワイヤを用い、このワイヤの駆動源として、ワイヤの周囲に空芯コイル等の駆動用コイルを設置しているので、ワイヤの振動の振幅が大きく取れて振動ジャイロの感度が増大する。さらに、駆動用コイルがワイヤから離れて設置されるので、ワイヤの駆動信号と角速度検出用の検出信号とを容易に分離することが可能になる。

*

$$F = m \cdot a - m\Omega \times (\Omega \times r) - 2m\Omega \times v \quad (1)$$

と表される。

【0019】式(1)の右辺第1項は、加速度 a （ベクトル量）による力、第2項は遠心力（ r は質点の動径ベクトル）、第3項はコリオリの力（ v は質点の速度ベクトル）を表している。また、式(1)中の“ \times ”は、ベクトルの外積を表している。いま、この右辺第3項にみに着目すると、質点に作用する力は、速度ベクトル v と角速度ベクトル Ω に直交し、かつ、一軸方向の速度のみを与えたとき、コリオリの力は角速度に比例するといえることができる。したがって、式(1)中の式(1)中の右辺第1項および第2項を無視できるように振動ジャイロを作製し、質点に v なる速度をもたすことができれば、この質点に作用する力から、入力された角速度を知ることができる。

【0020】いま、このような速度 v として、直線速度の代わりに振動速度を用い、この振動速度および入力角速度に垂直な面内で作用しているコリオリの力、または、このコリオリの力をばねで受け、変位として検出するようにしたものが振動ジャイロである。したがって、このような振動ジャイロの構成要素は、図6で述べたように、ワイヤ等の振動体と、この振動体を駆動する駆動要素と、コリオリの力を検知するための角速度検出要素といったような3要素からなっている。このため、上記

*【0016】

【実施例】以下添付図面（図1～図4）を用いて本発明の角速度検出装置の実施例を詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例による角速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【0017】図1においては、適当な張力をかけて、ある一定の長さの磁歪材料からなるワイヤ1を張り、その半分の長さの部分に空芯コイル等の駆動用コイル3を設置する。この駆動用コイル3は、ワイヤ1から空間的に離れた状態で配置される。さらに、ワイヤ1の残り半分の長さの部分に、このワイヤ1から空間的に離れた状態でピックアップ部2が配置される。このピックアップ部2は、ワイヤ1の長さ方向の軸（入力軸）の回りに角速度が加わった場合、この角速度の大きさに応じてワイヤの振動方向と直交する方向に発生するコリオリの力によって生じるようなワイヤの変位を非接触で検出するためのものである。ピックアップ部2をこのような構成にすれば、コリオリの成分の信号の出力が大きくとれるので、相対的に振動ジャイロの感度を上げることができる。

【0018】ここで、この振動ジャイロの動作原理を詳細に説明することとする。いま、質量 m なる質点が、慣性座標系に対して一定の角速度 Ω （ベクトル量）で回転する場合、回転座標系に設置された角速度センサが検出する質点に作用する力 F は、

の振動ジャイロは、回転体を有するジャイロと異なり、構造が非常に簡単である。その上、振動ジャイロには、軸受等の摩擦部分が存在しないため、安価で長寿命のジャイロを作製することができる。ただし、振動ジャイロの感度は、一般に、回転体を有するジャイロに比べて低いため、前述のように、従来は、振動の振幅を大きくする必要があった。この不都合に対処するために、図1の本発明の実施例では、上記のとおり、振動体として磁歪材料からなるワイヤ1を用い、このワイヤ1の駆動源として、ワイヤの周囲に空芯コイル等の駆動用コイル3を設置している。

【0021】ここで、再び図1において、上記の駆動要素に相当する駆動回路は、ワイヤ1に対し予め定められた周波数の電流を供給する発振器5と、この発振器5の出力のモニタ信号に基づいて発振器5からの供給電圧の振幅を調整する振幅制御回路4とを有する。また一方で、上記の角速度検出要素に相当する検知回路は、前述のピックアップ部2と、このピックアップ部2からの検出信号を取り出して増幅する検出信号増幅器6と、この検出信号増幅器6の出力をデモジュレータ（復調器）用基準信号発生器8の出力と比較して適切なレベルの直流電圧を生成するデモジュレータ7と、このデモジュレータ7の出力側に接続されるバッファ9とを有する。

【0022】ここで、上記発振器 4 により、振動用のワイヤ 1 に 2 次共振周波数のモードの電流が供給されると、このワイヤ 1 は、駆動用コイル 3 との相互作用により図 1 に示すようなモードで振動する（図 1 中にハッチングで示す）。このモードの振動状態で、ワイヤ 1 の長さ方向の軸（入力軸）の回りに角速度を入力とすると、ワイヤ 1 は、発振器 4 による駆動振動方向と直角の方向にコリオリの力を受け、この駆動振動方向に対し垂直に振動する。この振動によるワイヤの変位は、ピックアップ部 2 により非接触方式で検出される。このようにして検出された信号は、従来の場合と同じように、検出信号増幅器 6 により増幅された後にデモジュレータ 7 内で同期整流して直流電圧により復調される。この復調された直流電圧は、バッファ 9 を介して出力される。この出力電圧値を評価することにより、入力された角速度が検出される。

【0023】ここで、本発明のワイヤ 1 に関係した磁歪について説明する。磁歪とは、一般に、強磁性体等が磁化されたときに外形が変形する現象を指している。磁歪定数 λ_s は、長さ 1 の磁歪材料が δl だけ伸びたときに、 $\delta l/l$ で表される。この磁歪材料としては、飽和時の磁歪定数 λ_s が 25×10^{-6} 程度のアモルファス金属（例えば、アライド・シグナル社製の“メトグラス 2605S-2”、繊維状の構成を有する）や、磁歪定数 λ_s が 27×10^{-6} 程度のパーマロイ（Ni-Fe）や、約 800×10^{-6} の高い磁歪定数 λ_s （磁界が 240 kA/m のとき）を有する超磁歪材料からなる線材が用いられる。なお、上記のアモルファス金属およびパーマロイの組成や製造方法等に関しては、特公昭 55-19976 号公報に開示されている。

【0024】特に、図 2 の斜視図に示すように、振動体としてのワイヤ（場合によっては、振動ワイヤと記す）1 に関し、長方形断面（幅 h ：厚さ b ）の線材を用いることにより、線材の振動方向を一定にすれば、振動ジャ *

$$f = \omega / 2\pi = (7.853/l)^2 \cdot (EI/\rho A)^{1/2} / 2\pi \quad (2)$$

と表される。

【0028】この式 (2) に基づき、ワイヤ 1 の幅 h が 0.1 mm の場合と 0.5 mm の場合について、図 3 に示すように、第 2 高調波の周波数 f を計算により求めると、それぞれ、 $f = 8.6 \text{ MHz}$ 、および、 19 MHz が得られる。ただし、いずれの場合でも、ワイヤ 1 の厚さ b は $25 \mu\text{m}$ 、飽和時の磁歪定数 λ_s は 27×10^{-6} 、密度は、 7.18 kg/mm^3 、ヤング率 E は 130 GPa ($=130 \times 10^9 \times 0.102 \text{ kgf/m}^2$) とする。さらに、このような第 2 高調波の周波数の振動を発生させるために、空芯コイルを使用している。上記の第 2 高調波の周波数の値は、通常入手可能な磁歪材料により無理なく実現できるオーダーであると考えられる。

【0029】さらに、ここで使用した磁歪材料は、アラ

*イロに必要な振動方向の一方向性を確実に規定することができる。さらに、発振器 5 により、振動ワイヤ内に 2 次共振のモード（第 2 高調波）の定在波を立たせるような周波数の電流を供給すると、磁歪効果により振動ワイヤが振動し、振動ワイヤ内に 2 次モードの定在波が発生する。この 2 次モードの振動状態において、ワイヤ 1 の入力軸の回りに角速度を与えると、ワイヤ 1 は、駆動方向と直交する方向にコリオリの力を受け、ワイヤ 1 の振動する方向と垂直の方向に振動変位を起こし、ワイヤ 1 のピックアップ部 2 の部分にコリオリの力が発生する。

【0025】ここで、非接触方式のピックアップ部 2 の 1 つの例は、任意の発光素子と、この発光素子から発光される光を受光するための受光素子とを有する。この場合、ワイヤ 1 中で振動変位を起こす部分に対し、この発光素子から発光される光を透過または反射させた後に受光素子により検出される光に基づき、この角速度を検出するような構成になっている。具体的には、発光素子および受光素子として、半導体レーザとフォトダイオードとの組み合わせが考えられる。

【0026】さらに、非接触方式のピックアップ部 2 の別の例は、ワイヤ 1 を前もって磁化しておいてから、この磁化された部分の磁界の変位を磁氣的に検出するための磁気検出手段、例えば、磁気抵抗素子やホール素子やピックアップコイルのような磁気センサから構成される。図 3 は、図 1 の振動ワイヤの設計手順を説明するための図である。

【0027】図 3 においては、ワイヤ 1 のタイプとして、アモルファス金属（例えば、アライド・シグナル社製の“メトグラス 2605S-2”）を用いている。さらに、ワイヤ 1 の長さ（ l ：エル）は、 3 cm に設定する。さらに、図 3 に示すように、ワイヤ 1 の線密度を ρ (kg/m)、断面 2 次モーメント I を $I = (1/12) \cdot b \cdot h^3$ 、断面積 A を $A = b \cdot h$ として表すと、第 2 高調波の周波数は、

$$(EI/\rho A)^{1/2} / 2\pi \quad (2)$$

イド・シグナル社製の“メトグラス 2605S-2”のような鉄系のアモルファス金属であり、この磁歪材料の飽和磁界は、図 4 の直流ヒステリシスループ（B-H 曲線：B は磁束密度、H は磁界を表す）に示すように、 0.10 e (8 A/m) であり、さほど高い値ではない。ここで、比較のために、コバルト系のアモルファス金属の直流ヒステリシスループも表示しておくこととする。このコバルト系のアモルファス金属は、鉄系のアモルファス金属に比べて飽和磁界が低い値になるが、飽和磁束密度（単位はテスラ (T)）も小さいため、飽和時の磁歪定数 λ_s が鉄系のアモルファス金属よりも小さくなる。

【0030】さらに、上記の鉄系のアモルファス金属に対し、所定の 0.10 e の飽和磁界を与えるために必要な空芯コイルの巻数 n を計算する。この場合、ワイヤ 1

の半分の長さの部分 ($l/2 = 1.5 \text{ cm}$) を 1 A の電流 I で駆動するものとする。ここで、 $H_s = n I$ で表される飽和磁界 H_s の計算式に基づいて巻数 n を計算すると、12ターンの値が得られる。すなわち、この程度の巻数の空芯コイルを用意すれば、ワイヤ1内に第2高調波の周波数を発生させることができる。

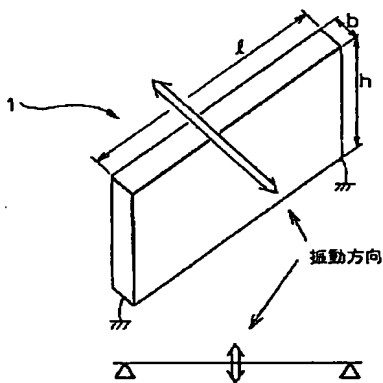
【0031】図5は、本発明の角速度センサの出力特性の一例を示す図である。ここでは、角速度検出用のピックアップ部2として、半導体レーザとフォトダイオードとの組み合わせを使用し、ワイヤ1の振動変位を非接触方式により検出している。この検出された信号は、ワイヤ駆動用の周波数により変調されているために、デモジュレータ7により同期整流を行って直流に変換する必要がある。このようにして直流に変換された信号は、図5に示すように、入力された回転角速度 (単位は deg/sec) に比例した直流の出力電圧 (単位はボルト (V)) として角速度センサから取り出すことができる。この図5のグラフ上の○印は、角速度センサの直線性が保証される範囲を示すものである。この図5から明らかに、本発明の磁歪材料を用いた振動ワイヤを有する角速度センサの直線性は、十分に広い範囲で保証される。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、振動体として磁歪材料からなるワイヤを用い、このワイヤの駆動源として、ワイヤの周囲に空芯コイル等の駆動用コイルを設置しているので、振動の制御が容易になり、

【図2】

図1の振動ワイヤの構成を示す斜視図



振動の振幅が大きく取れる。したがって、角速度センサの感度が飛躍的に増大する。さらに、駆動用コイルがワイヤから離れて設置されるので、ワイヤの駆動信号と角速度検出用の検出信号とを容易に分離することが可能になり、信号の処理が容易になるという利点が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による角速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の振動ワイヤの構成を示す斜視図である。

【図3】図1の振動ワイヤの設計手順を説明するための図である。

【図4】本発明の角速度センサに使用されるアモルファス金属の直流ヒステリシスループを示す図である。

【図5】本発明の角速度センサの出力特性の一例を示す図である。

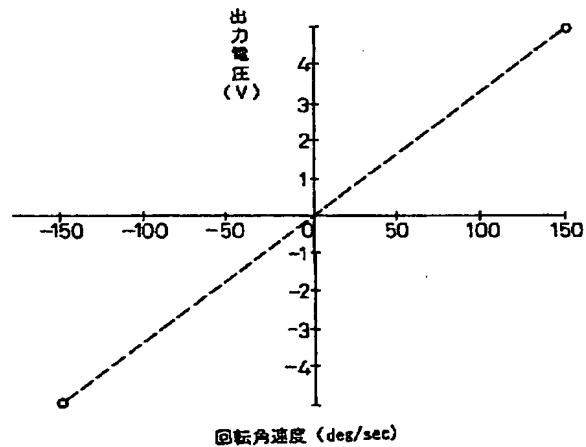
【図6】従来の振動ジャイロを利用した角速度検出装置の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1…ワイヤ
- 2…ピックアップ部
- 3…駆動用コイル
- 4…振幅制御回路
- 5…発振器
- 6…検出信号増幅器
- 7…デモジュレータ
- 8…デモジュレータ用基準信号発生器
- 9…バッファ

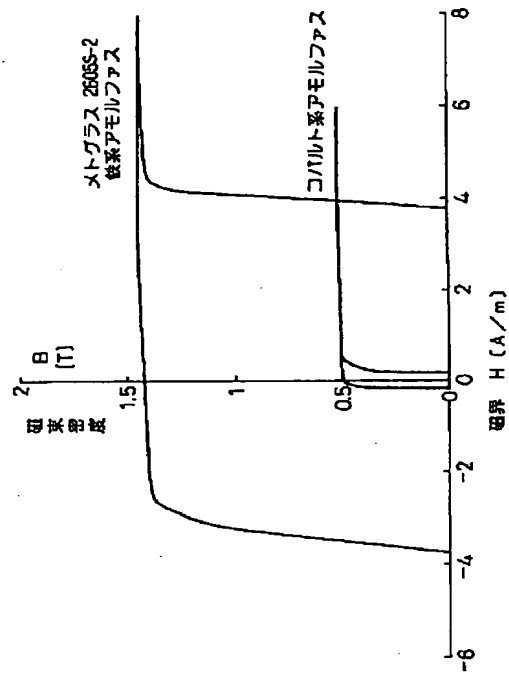
【図5】

本発明の角速度センサの出力特性の一例を示す図



【図4】

本発明の角速度センサに
使用されるアモルファス金属の
直流ヒステリシスループを示す図



*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the condition that have a wire (1) as a stretched oscillating object to which predetermined tension was applied, and this wire (1) is vibrating in the mode of secondary resonance frequency By detecting the Coriolis force generated in the oscillating direction of this wire, and the direction which intersects perpendicularly according to the magnitude of this angular velocity, when angular velocity joins the surroundings of the shaft of the die-length direction of this wire (1) In the angular rate assembly for detecting this angular velocity said wire (1) Consist of a magnetostriction ingredient from which the die length changes with fields, and the coil for a drive (3) made to generate a field is installed in the perimeter of this wire (1). The angular rate assembly characterized by detecting said Coriolis force by passing the current of the secondary resonance frequency of this wire (1) to this coil for a drive (3), and vibrating this wire (1) in the mode of secondary resonance.

[Claim 2] The angular rate assembly according to claim 1 with which an amorphous metal is used as a magnetostriction ingredient of said wire (1).

[Claim 3] The angular rate assembly according to claim 1 or 2 with which said wire (1) has a fibrous configuration.

[Claim 4] The angular rate assembly according to claim 1 with which the alloy which consists of a ferromagnetic permalloy as a magnetostriction ingredient of said wire (1) is used.

[Claim 5] The angular rate assembly according to claim 1 with which a super-magnetostriction ingredient is used as a magnetostriction ingredient of said wire (1).

[Claim 6] In the condition that have a wire (1) as a stretched oscillating object to which said predetermined tension was applied, and this wire (1) is vibrating in the mode of secondary resonance frequency In an angular rate assembly equipped with the pickup section (2) for detecting the Coriolis force generated in the oscillating direction of this wire, and the direction which intersects perpendicularly according to the magnitude of this angular velocity, when angular velocity joins the surroundings of the shaft of the die-length direction of this wire (1) said wire (1) Consist of a magnetostriction ingredient from which the die length changes with fields, and the coil for a drive (3) made to generate a field is installed in the perimeter of this wire (1). It is generated according to said Coriolis force generated when passing the current of the secondary resonance frequency of this wire (1) to this coil for a drive (3) and vibrating this wire (1) in the mode of secondary resonance. And it is the angular rate assembly characterized by said pickup section (2) detecting by the non-contact method to said wire in order to detect the vibration displacement produced in the oscillating direction of this wire (1), and the direction which intersects perpendicularly.

[Claim 7] The angular rate assembly according to claim 6 which detects this angular velocity based on the light detected by said photo detector after penetrating or reflecting the light in which said pickup section (2) emits light from this light emitting device to the part which said vibration displacement produces in said wire (1) including the light emitting device of arbitration, and the photo detector for receiving the light in which light is emitted from this light emitting device.

[Claim 8] An angular rate assembly including the magnetic detection means for detecting magnetically change of the field produced into the part into which said pickup section (2) magnetized after attaching the magnet in said wire (1), and the part by which the above was magnetized according to the vibration displacement of the oscillating direction of this wire (1), and the direction which intersects perpendicularly according to claim 6.

[Claim 9] An angular rate assembly including the magnetic detection means for detecting magnetically the variation rate of the field produced into the part into which said pickup section (2) magnetized after applying the magnet ingredient to said wire (1), and the part by which the above was magnetized according to the vibration displacement of the oscillating direction of this wire (1), and the direction which intersects perpendicularly according to claim 6.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the angular rate assembly for detecting angular velocity by detecting the Coriolis force generated according to the magnitude of the angular velocity which joins this wire, when a wire is used as an oscillating object. If it says in more detail, this invention relates to the angular rate assembly which detects Coriolis force by using secondary resonance of the wire as an oscillating object in the oscillating direction of this oscillating object, and the direction which intersects perpendicularly using the dynamic phenomenon which Coriolis force produces, when angular velocity joins the surroundings of the shaft of the die-length direction of the body which is vibrating, i.e., an oscillating object. The principal part of this kind of angular rate assembly is constituted by the angular-velocity sensor called an oscillating gyroscope without body of revolution.

[0002] Such an angular-velocity sensor is used for the navigation system of recent years, for example, an automobile, the hand deflection arrester of a video camera, and the suspension control unit for cars for raising a degree of comfort and driving stability by changing the condition of the suspension of an automobile according to the run state of a car.

[0003]

[Description of the Prior Art] An oscillating gyroscope here means the thing of a gyroscope without body of revolution using the dynamic phenomenon "Coriolis force will arise in the direction perpendicular to the oscillating direction if angular velocity joins the body which is vibrating." Research of this oscillating gyroscope has started for the tuning fork form oscillating gyroscope of the name the Sperry "gyrotron" in the 1950s. Then, although the thing of a wire, a prism, a cylinder, etc. and various kinds of formats has been studied and developed as an oscillating object, gyroscopes available now are only Tokyo Keiki Co., Ltd. and the Watson tuning fork form gyroscope. In addition, suppose that the detail of theory of an oscillating gyroscope like such a tuning fork form gyroscope and the oscillating gyroscope by the oscillating method of a wire is stated by the term of a "example."

[0004] Drawing 6 is the block diagram showing an example using the conventional oscillating gyroscope of an angular rate assembly. Here, suppose that the configuration (for example, oscillating gyroscope by the honey well company) of the angular rate assembly which has the angular-velocity sensor of a method using the wire as an oscillating object in various kinds of oscillating gyroscopes is illustrated. In drawing 6, the wire 100 of the beryllium copper line of predetermined die length (for example, 2 inches) is stretched applying suitable tension, and the magnet 110 for a drive is arranged into the part of the die length of the one half. Furthermore, the bias magnet 120 for detection is arranged to the part of the die length of the remaining one half of a wire 100 at the above-mentioned magnet 110 for a drive and an above-mentioned right angle. Furthermore, a cable 115 is connected to the core of the wire 100 for vibration in the direction of a right angle in this wire 100. The angular-velocity sensor which used the oscillating gyroscope by the oscillating method of a wire according to such structure is constituted.

[0005] Furthermore, the detecting circuit for detecting the Coriolis force produced by applying angular velocity to the wire 100 under vibration as the drive circuit for vibrating a wire 100 is established in such an angular-velocity sensor. In addition, depending on the case, it may be called

an angular-velocity sensor also including these drive circuits and detecting circuits. The above-mentioned drive circuit has the oscillator 132 which supplies the current of the frequency beforehand defined to the wire 100, and the amplitude control circuit 130 which adjusts the amplitude of the supply voltage from this oscillator 132.

[0006] Moreover, by one side, the above-mentioned detecting circuit has the buffer 140 connected to the output side of the demodulator 136 which generates the direct current voltage of suitable level as compared with the output of the reference signal generator 138 for demodulators (demodulator), and this demodulator 136 in the output of the detecting-signal amplifier 134 which takes out and amplifies the detection signal from the bias magnet 120 for detection, and this detecting-signal amplifier 134.

[0007] Here, if the current in the mode of secondary resonance frequency is supplied to the wire 100 for vibration with the above-mentioned oscillator 132, this wire 100 will vibrate in the mode as shown in drawing 6 by the interaction with the magnet 110 for a drive (hatching shows in drawing 6 R> 6). By the vibrational state in this mode, if angular velocity is given as an input to the surroundings of the shaft (input shaft) of the die-length direction of a wire 100, a wire 100 will receive Coriolis force in the drive oscillating direction by the oscillator 132, and the direction of a right angle, and will vibrate perpendicularly to this drive oscillating direction. Since the direction of the magnetic flux of the bias magnet 120 for detection is as right-angled as the magnet 110 for a drive, a wire 100 vibrates with the inputted angular velocity in the direction which crosses the magnetic flux of the bias magnet 120 for detection, and a current flows by the principle of electromagnetic induction in the wire 100 which crosses the part of this bias magnet 120 for detection. Since the drive frequency from an oscillator 132 becomes irregular, the current value of the current which flowed by the principle of this electromagnetic induction is detected synchronously by demodulator 136, and it restores to it with direct current voltage. The inputted angular velocity is detected by [this] getting over and evaluating the output voltage value of direct current voltage.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the angular-velocity sensor of a configuration of having been shown in drawing 6, in order to raise the sensibility of an oscillating gyroscope, it is necessary to enlarge the amplitude of vibration of a wire 100. However, like the case where the usual motor is driven, since the angular-velocity sensor of this drawing 6 has the structure where a current is passed to cable 115 itself, the problem that the drive for generating vibration of this wire 100 becomes difficult produces it as the amplitude of vibration of a wire 100 becomes large.

[0009] Furthermore, since the cable for a drive (cable 115 of drawing 6) and the cable for angular-velocity detection are the same, a possibility that the driving signal and angular-velocity detecting signal of a wire 100 may be intermingled comes out. In order to avoid this, the problem that it is necessary to discriminate from a wire driving signal and an angular-velocity detecting signal mutually, the circuit which takes out an angular-velocity detecting signal for such signal discrimination becomes complicated, and the whole circuit will become expensive is also produced.

[0010] This invention is made in view of the above-mentioned trouble, and it aims at offering the angular rate assembly which can separate easily the driving signal of a wire, and the detecting signal for angular-velocity detection with an easy configuration while enlarging the amplitude of vibration of the wire as an oscillating object and increasing the sensibility of an angular-velocity sensor.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned trouble, in the angular rate assembly of this invention In the condition that the wire as an oscillating object stretched having covered is vibrating in the mode of secondary resonance frequency, predetermined tension When angular velocity joins the surroundings of the shaft of the die-length direction of a wire, in order to detect the Coriolis force generated in the oscillating direction of a wire, and the direction which intersects perpendicularly according to the magnitude of this angular velocity The coil for a drive which a wire is produced [coil] using the magnetostriction ingredient from which the die length changes with fields, and makes the perimeter of a wire generate a field is installed. Furthermore, he is trying for the angular rate assembly of this invention to detect the above-mentioned Coriolis force by making it vibrate to this coil for a drive in the mode of the secondary resonance [current / of the

secondary resonance frequency of a wire] by the wire of a sink lever.

[0012] Preferably, the angular rate assembly of this invention is equipped with the pickup section for detecting the above-mentioned Coriolis force, and this pickup section is made the configuration which detects by the non-contact method to a wire. Furthermore, preferably, the above-mentioned pickup section detects angular velocity based on the light detected by the photo detector, after penetrating or reflecting the light which emits light from a light emitting device to the part which the vibration displacement by Coriolis force produces in a wire including the light emitting device of arbitration, and the photo detector for receiving the light which emits light from this light emitting device.

[0013] Furthermore, he is trying for the above-mentioned pickup section to detect magnetically preferably change of the field produced into the part which magnetized after attaching the magnet in the wire or applying a magnet ingredient according to the vibration displacement of the wire by Coriolis force.

[0014]

[Function] In the angular rate assembly of this invention, even when there is comparatively little supply voltage from an oscillator etc., in order to enlarge the amplitude of vibration of the wire of an oscillating object comparatively and to generate this wire vibration easily, the coil for a drive (typically air-core coil) made to generate a field is installed in the perimeter of a wire instead of the drive circuit system which passes a current on the conventional cable. Furthermore, in the angular rate assembly of this invention, the sensibility when big resonance being easily obtained by the air-core coil, and using the current of the secondary resonance frequency of a cable as an oscillating gyroscope by resonating a sink and a wire, at it increases, using a magnetostriction ingredient as a wire of the oscillating object equivalent to the conventional cable for a drive.

[0015] Since the large signal output of the component of coriolis can be taken by detecting the variation rate of a wire by non-contact as the detection approach of the above-mentioned Coriolis force further again, the sensibility of an oscillating gyroscope can be raised relatively. In this way, in this invention, since coils for a drive, such as an air-core coil, are installed in the perimeter of a wire as a driving source of this wire using the wire which consists of a magnetostriction ingredient as an oscillating object, the large amplitude of vibration of a wire can be taken and the sensibility of an oscillating gyroscope increases. Furthermore, since the coil for a drive separates and is installed from a wire, it becomes possible to separate easily the driving signal of a wire, and the detecting signal for angular-velocity detection.

[0016]

[Example] The example of the angular rate assembly of this invention is explained to a detail using an accompanying drawing (drawing 1 - drawing 4) below. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the angular rate assembly by one example of this invention.

[0017] In drawing 1 , the wire 1 which consists of a magnetostriction ingredient of a certain fixed die length is stretched applying suitable tension, and the coils 3 for a drive, such as an air-core coil, are installed in the part of the die length of the one half. This coil 3 for a drive is arranged in the condition of having separated from the wire 1 spatially. Furthermore, the pickup section 2 is arranged in the condition of having separated from this wire 1 spatially into the part of the die length of the remaining one half of a wire 1. This pickup section 2 is for detecting the variation rate of a wire which is produced according to the Coriolis force generated in the oscillating direction of a wire, and the direction which intersects perpendicularly by non-contact according to the magnitude of this angular velocity, when angular velocity joins the surroundings of the shaft (input shaft) of the die-length direction of a wire 1. If the pickup section 2 is made such a configuration, since the large output of the signal of the component of coriolis can be taken, the sensibility of an oscillating gyroscope can be raised relatively.

[0018] Here, suppose that the principle of operation of this oscillating gyroscope is explained to a detail. Force F of acting at the material point which the angular-velocity sensor installed in the system of rotating axes detects when the material point mass m Becoming rotates with the fixed angular velocity ω (vector quantity) to inertial system now $F = m \cdot \alpha \cdot m \cdot \omega \times (\omega \times r) - 2m \cdot \omega \times v$ (1)

It is expressed.

[0019] The force according [the 1st term of the right-hand side of a formula (1)] to acceleration α (vector quantity) and the 2nd term express a centrifugal force (r is the radius vector of the material point), and the 3rd term expresses Coriolis force (v is the velocity vector of the material point). Moreover, " \times " in a formula (1) expresses the outer product of a vector. When its attention was paid for seeing in this 3rd term of the right-hand side now, and velocity vector v , angular velocity vector ω , and the force of acting at the material point cross at right angles and only the rate of 1 shaft orientations is given, it can be said that Coriolis force is proportional to angular velocity. Therefore, an oscillating gyroscope is produced so that the 1st term of the right-hand side and the 2nd term in the formula (1) in a formula (1) can be disregarded, and if the rate which v becomes the material point can be given, the inputted angular velocity can be known from the force of acting at this material point.

[0020] It is the oscillating gyroscope which uses the velocity of vibration instead of a straight-line rate as such a rate v , receives the Coriolis force which is acting in a field perpendicular to this velocity of vibration and input angular velocity, or this Coriolis force by means of a spring, and was now detected as a variation rate. Therefore, the component of such an oscillating gyroscope consists of a drive element which drives an oscillating object and these oscillating objects, such as a wire, and three elements like the angular-velocity detecting element for detecting Coriolis force, as drawing 6 described. For this reason, unlike the gyroscope which has body of revolution, the above-mentioned oscillating gyroscope is very easy structure. Moreover, for an oscillating gyroscope, since wear parts, such as bearing, do not exist, a cheap and long lasting gyroscope is producible. However, generally, since it was low compared with the gyroscope which has body of revolution, the sensibility of an oscillating gyroscope needed to enlarge the amplitude of vibration conventionally as mentioned above. In order [this] to cope with it inconvenient, in the example of this invention of drawing 1, the coils 3 for a drive, such as an air-core coil, are installed in the perimeter of a wire as a driving source of this wire 1 using the wire 1 which consists of a magnetostriction ingredient as an oscillating object as above-mentioned.

[0021] Here, the drive circuit which is equivalent to the above-mentioned drive element in drawing 1 has again the oscillator 5 which supplies the current of the frequency beforehand defined to the wire 1, and the amplitude control circuit 4 which adjusts the amplitude of the supply voltage from an oscillator 5 based on the monitor signal of the output of this oscillator 5. Moreover, the detecting circuit which is equivalent to the above-mentioned angular-velocity detecting element by one side has the buffer 9 connected to the output side of the demodulator 7 which generates the direct current voltage of suitable level as compared with the output of the reference signal generator 8 for demodulators (demodulator), and this demodulator 7 in the output of the detecting-signal amplifier 6 which takes out and amplifies the detecting signal from the above-mentioned pickup section 2 and this above-mentioned pickup section 2, and this detecting-signal amplifier 6.

[0022] Here, if the current in the mode of secondary resonance frequency is supplied to the wire 1 for vibration with the above-mentioned oscillator 4, this wire 1 will vibrate in the mode as shown in drawing 1 by the interaction with the coil 3 for a drive (hatching shows in drawing 1). By the vibrational state in this mode, if angular velocity is given as an input to the surroundings of the shaft (input shaft) of the die-length direction of a wire 1, a wire 1 will receive Coriolis force in the drive oscillating direction by the oscillator 4, and the direction of a right angle, and will vibrate perpendicularly to this drive oscillating direction. The variation rate of the wire by this vibration is detected by the pickup section 2 by the non-contact method. Thus, like the conventional case, after the detected signal is amplified by the detecting-signal amplifier 6, it is detected synchronously within demodulator 7 and it restores to it with direct current voltage. This direct current voltage to which it restored is outputted through a buffer 9. The inputted angular velocity is detected by evaluating this output voltage value.

[0023] Here, the magnetostriction related to the wire 1 of this invention is explained. Generally, magnetostriction has pointed out the phenomenon which an appearance deforms, when a ferromagnetic etc. is magnetized. It is expressed with $\Delta l/l$ when, as for the magnetostriction constant λ , the magnetostriction ingredient of die-length l is extended by only Δl . As this magnetostriction ingredient, it is magnetostriction constant λ at the time of saturation. The amorphous metal which is 25×10 to about six for example, "METOGURASU 2605S-2" by Allied-

Signal, Inc. -- a fibrous configuration -- having -- magnetostriction constant λ s The permalloy (nickel-Fe) which is 27×10^{-6} to about six, and the wire rod which consists of a super-magnetostriction ingredient which has high magnetostriction constant λ s of about 800×10^{-6} (when fields are 240 kA/m) are used. In addition, it is indicated by JP,55-19976,B about the above-mentioned amorphous metal, a presentation, the manufacture approach of a permalloy, etc.

[0024] if the oscillating direction of a wire rod is fixed about the wire (it is described as an oscillating wire depending on the case) 1 as an oscillating object by using the wire rod of the rectangular section (width of face h: thickness b) as especially shown in the perspective view of drawing 2 -- the oscillating direction required for an oscillating gyroscope -- on the other hand, tropism can be specified certainly. Furthermore, if the current of a frequency which makes the standing wave in the mode (the 2nd higher harmonic) secondary resonance stand is supplied in an oscillating wire with an oscillator 5, an oscillating wire will vibrate according to a magnetostrictive effect, and the standing wave in the secondary mode will occur in an oscillating wire. In the vibrational state in this secondary mode, if angular velocity is given to the surroundings of the input shaft of a wire 1, a wire 1 will receive Coriolis force in the direction which intersects perpendicularly with a driving direction, and Coriolis force will generate vibration displacement into the parts of a lifting and the pickup section 2 of a wire 1 in the direction perpendicular to the direction where a wire 1 vibrates.

[0025] Here, one example of the pickup section 2 of a non-contact method has the light emitting device of arbitration, and a photo detector for receiving the light which emits light from this light emitting device. In this case, after penetrating or reflecting the light which emits light from this light emitting device to the part which starts vibration displacement in a wire 1, based on the light detected by the photo detector, it has the composition that this angular velocity is detected. Specifically, the combination of semiconductor laser and a photodiode can be considered as a light emitting device and a photo detector.

[0026] Furthermore, since another example of the pickup section 2 of a non-contact method magnetizes the wire 1 beforehand, it consists of magnetometric sensors like the magnetic detection means for detecting the variation rate of the field of this magnetized part magnetically, for example, a magnetic resistance element and a hall device, and the pick up coil. Drawing 3 is drawing for explaining the design procedure of the oscillating wire of drawing 1.

[0027] In drawing 3, the amorphous metal (for example, "METOGURASU 2605S-2" by Allied-Signal, Inc.) is used as a type of a wire 1. Furthermore, the die length (l: El) of a wire 1 is set as 3cm. Furthermore, if $I = (1/12)$ and $b-h^3$, and the cross section A are expressed [the linear density of a wire 1] for ρ (kg/m) and cross-section second-moment I as $A=b \cdot h$ as shown in drawing 3, it is the frequency of the 2nd higher harmonic. $F = \omega / 2\pi = (7.853/l)^2$, and $(EI/\rho A)^{1/2} / 2\pi$ (2) It is expressed.

[0028] If it asks for the frequency f of the 2nd higher harmonic by count based on this formula (2) about the case where they are the case where the width of face h of a wire 1 is 0.1mm, and 0.5mm as shown in drawing 3, $f = 8.6\text{MHz}$ and 19MHz will be obtained, respectively. However, in any case, thickness b of a wire 1 is magnetostriction constant λ s at the time of 25 micrometers and saturation. 3 and Young's modulus E set 27×10^{-6} and 7.18×10^{10} kg/m² of consistencies to 130GPa(s) (= $130 \times 10^9 \times 0.102 \text{ kgf/m}^2$) mm. Furthermore, in order to generate vibration of the frequency of such 2nd higher harmonic, the air-core coil is used. It is thought that the value of the frequency of the 2nd above-mentioned higher harmonic is order realizable [with a usually available magnetostriction ingredient] reasonable.

[0029] Furthermore, the magnetostriction ingredient used here is the amorphous metal of the iron system by Allied-Signal, Inc. as shown in "METOGURASU 2605S-2", and as shown in the direct-current hysteresis loop (B-H curve: B expresses flux density and H expresses a field) of drawing 4, the saturation field of this magnetostriction ingredient is 0.1Oe (8 A/m), and is not so high a value. Here, suppose that the direct-current hysteresis loop of the amorphous metal of a cobalt system is also displayed for a comparison. Although a saturation field becomes a low value compared with the amorphous metal of an iron system, since saturation magnetic flux density (a unit is a tesla (T)) is also small, the amorphous metal of this cobalt system is magnetostriction constant λ s at the time of saturation. It becomes smaller than the amorphous metal of an iron system.

[0030] Furthermore, the number of turns n of an air-core coil required in order to give the predetermined saturation field of 0.1Oe(s) are calculated to the amorphous metal of the above-mentioned iron system. In this case, the part ($l/2 = 1.5\text{cm}$) of the die length of the one half of a wire 1 shall be driven with the current I of 1A. Saturation field H_s expressed with $H_s = nI$ here If number of turns n are calculated based on a formula, the value of 12 turns will be acquired. That is, if the air-core coil of number of turns of this level is prepared, the frequency of the 2nd higher harmonic can be generated in a wire 1.

[0031] Drawing 5 is drawing showing an example of the output characteristics of the angular-velocity sensor of this invention. Here, as the pickup section 2 for angular-velocity detection, the combination of semiconductor laser and a photodiode was used and the non-contact method has detected the vibration displacement of a wire 1. Since the frequency for a wire drive becomes irregular, this detected signal needs to detect synchronously by demodulator 7, and it is necessary to change it into a direct current. Thus, the signal changed into the direct current can be taken out from an angular-velocity sensor as output voltage (a unit is a volt (V)) of the direct current proportional to the inputted angular rate of rotation (a unit is deg/sec), as shown in drawing 5. O mark on the graph of this drawing 5 shows the range where the linearity of an angular-velocity sensor is guaranteed. The linearity of the angular-velocity sensor which has an oscillating wire using the magnetostriction ingredient of this invention is guaranteed in the range large enough so that clearly from this drawing 5.

[0032]

[Effect of the Invention] According to this invention, as explained above, since coils for a drive, such as an air-core coil, are installed in the perimeter of a wire as a driving source of this wire using the wire which consists of a magnetostriction ingredient as an oscillating object, control of vibration becomes easy and the large amplitude of vibration can be taken. Therefore, the sensibility of an angular-velocity sensor increases by leaps and bounds. Furthermore, since the coil for a drive separates and is installed from a wire, the advantage that become possible to separate easily the driving signal of a wire and the detecting signal for angular-velocity detection, and processing of a signal becomes easy arises.

[Translation done.]

* NOTICES *

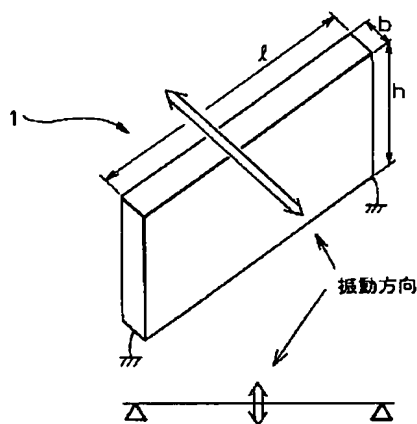
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

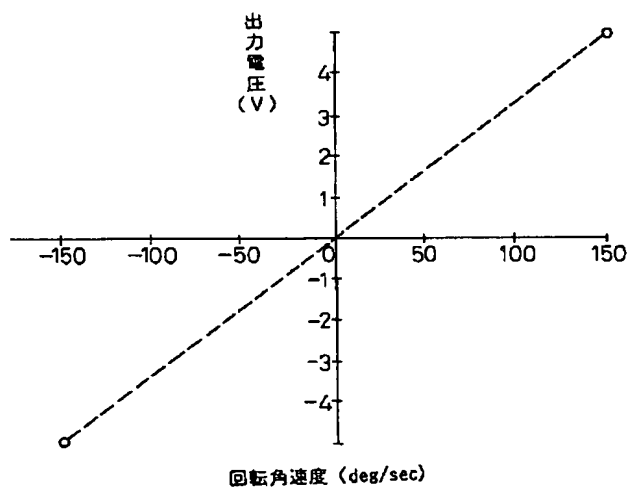
[Drawing 2]

図1の振動ワイヤの構成を示す斜視図



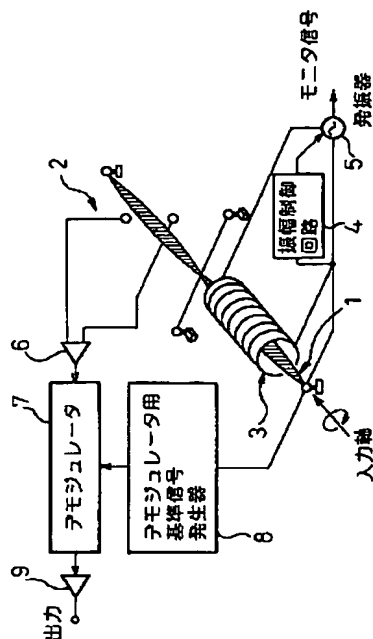
[Drawing 5]

本発明の角速度センサの出力特性の一例を示す図



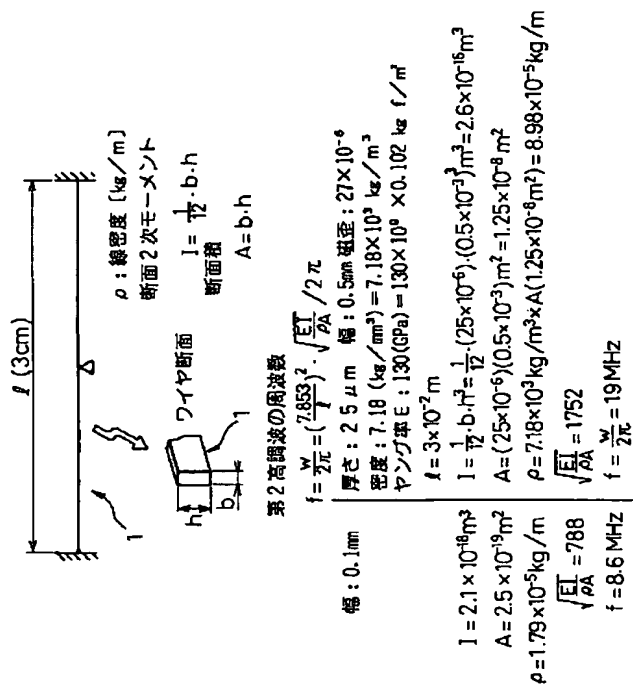
[Drawing 1]

本発明の一実施例による
角速度検出装置の構成を
示すブロック図



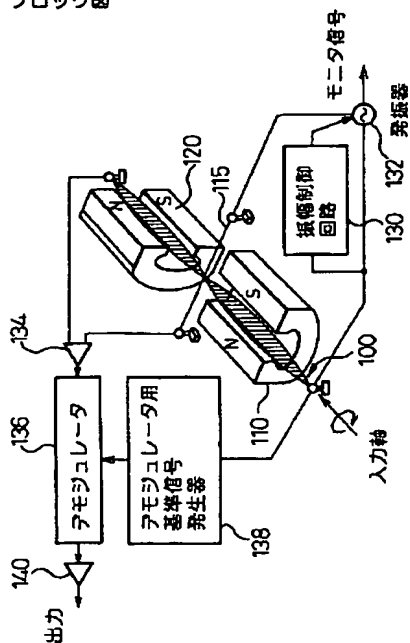
[Drawing 3]

図1の振動ワイヤの設計手順
を説明するための図



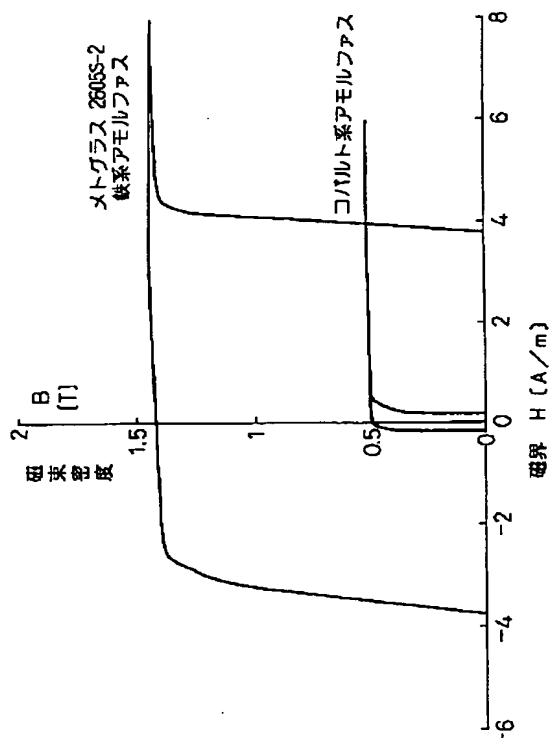
[Drawing 6]

従来の振動ジャイロを利用した
角速度検出装置の一例を示す
ブロック図



[Drawing 4]

本発明の角速度センサに
使用されるアモルファス金属の
直流ヒステリシスループを示す図



[Translation done.]